

PERANCANGAN MODUL PRAKTIS
PENGUKURAN KEHALUSAN PERMUKAAN
MATA KULIAH ALAT BANTU DAN ALAT UKUR
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri



Disusun oleh:

Johanes Wahyu Wicaksono

11 16 06735

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2013

HALAMAN PENGESAHAN

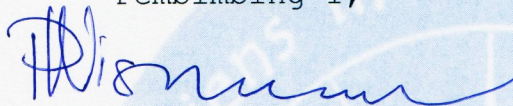
Skripsi Berjudul

**Perancangan Modul Praktis Pengukuran Kehalusan
Permukaan Mata Kuliah Alat Bantu dan Alat Ukur
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

Disusun Oleh:
Johanes Wahyu Wicaksono
11 16 06735

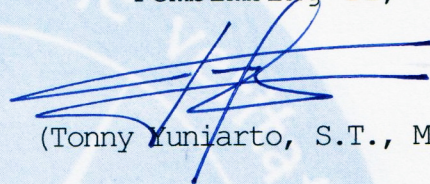
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat
pada Tanggal : 10 Juli 2013

Pembimbing I,



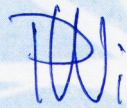
(P. Wisnu Anggoro, S.T., M.T.)

Pembimbing II,



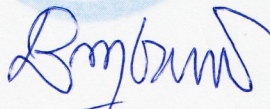
(Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.)

Tim Penguji :
Penguji I,



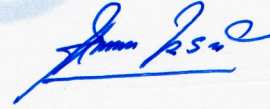
(P. Wisnu Anggoro, S.T., M.T.)

Penguji II,



(Baju Bawono, S.T., M.T.)

Penguji III,

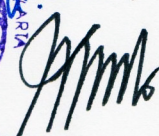


(Ir. V. Darsono, MS.)

Yogyakarta, 10 Juli 2013
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI



(Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Mimpi saya yang terbesar, yang ingin saya laksanakan adalah, agar mahasiswa Indonesia berkembang menjadi “manusia-manusia yang biasa”. Menjadi pemuda-pemuda dan pemuda-pemudi yang bertingkah laku sebagai seorang manusia yang normal, sebagai seorang manusia yang tidak mengingkari eksistensi hidupnya sebagai seorang mahasiswa, sebagai seorang pemuda dan sebagai seorang manusia. ”

— Soe Hok Gie ~

Kata Pengantar

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih yang telah memberikan berkat dalam menyelesaikan penelitian pada tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini disusun guna melengkapi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tugas akhir ini berjudul "PERANCANGAN MODUL PRAKTIS PENGUKURAN KEHALUSAN PERMUKAAN PADA MATA KULIAH ALAT BANTU DAN ALAT UKUR UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA".

Pada penyusunan skripsi ini peneliti mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu tidak lupa peneliti ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak The Jin Ai, D.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Tony Yuniarto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi.
5. Segenap Dosen Prodi Teknik Industri yang sudah memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan yang

berguna sehingga penulis dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman sampai saat ini.

6. Segenap tim pengelola program UAJY-ATMI yang telah memberikan kesempatan untuk belajar di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Kedua orang tua, kakak, dan sahabat yang selalu memberikan semangat serta dukungan moril dan material dalam menyelesaikan pendidikan.
8. Teman-teman seangkatan di program S1 UAJY-ATMI yang selalu kompak dan bermotivasi untuk segera mendapatkan gelar sarjana.
9. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa hasil penulisan masih banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk itu saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan pembaca sangat penulis harapkan.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Juni 2013

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAAN	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xvii
INTISARI	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	15
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	17
1.1. Penelitian Terdahulu	17
1.2. Penelitian Sekarang	18

BAB 3 DASAR TEORI	15
3.1. Teknik pengukuran (Metrologi Industri)	15
3.2. Toleransi	21
3.3. Permukaan dan Profil	26
3.2. Karakteristik Material Uji	32
3.4. Mesin <i>Milling</i> (Mesin Frais)	33
3.5. Perancangan Eksperimen	36
3.6. Metode <i>Taguchi</i>	41
3.7. <i>Orthogonal Array</i>	46
3.8. Robustness	47
3.9. Analisis Data	48
3.10. Pengujian Distribusi Normal	48
3.11. Pengujian Homogenitas Data	48
3.12. ANOVA	48
3.13. Persen Kontribusi	53
3.14. <i>Signal to Noise Ratio</i>	54
3.15. <i>Strategi Pooling Up</i>	55
3.16. Analisis Regresi	56
3.17. Interpretasi Hasil	57
3.18. <i>Fishbone Diagram</i>	57
BAB 4 PROFIL DAN DATA	59
4.1. Mata Kuliah Alat Bantu dan Alat Ukur (ABAU)	59
4.2. Profil Deskripsi Responden	59
4.3. Data Hasil Penelitian Pendahuluan	60
4.4. Alat	73
4.5. Data Hasil Pengukuran Kehalusan Permukaan Hasil Permesinan di Mesin <i>Milling</i> Menggunakan Rugo Test	76

BAB 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	79
5.1. Analisis Penelitian Pendahuluan dan Karakteristik Modul Alat Bantu dan ALat Ukur (ABAU)	79
5.2. Analisis Penentuan Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kehalusan Permukaan pada Hasil Proses Permesinan <i>Milling</i>	82
5.3. Perhitungan Derajat Kebebasan (Degree of Freedom)	87
5.4. Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	87
5.5. Penentuan Jumlah Replikasi pada Respon Kehalusan Permukaan.....	91
5.6. Analisis Data Eksperimen untuk Kualitas Kehalusan Permukaan Hasil Permasinan <i>Milling</i>	94
5.7. Perhitungan Pengaruh Parameter.....	102
5.8. Strategi Pooling Up Mean.....	110
5.9. Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> (S/N Ratio)	113
5.10. Strategi Pooling Up <i>Signal to Noise Ratio</i> (SN Ratio)	118
5.11. Perhitungan Faktor Berpengaruh Menggunakan <i>Software Minitab 16</i>	120
5.12. Analisi Regresi untuk Kehalusan Permukaan	122
5.13. Pembahasan.....	127
5.14. Analisis Faktor-faktor Penyebab.....	131
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	135
6.1. Kesimpulan.....	135
6.2. Saran.....	137

Daftar Pustaka	138
----------------------	-----

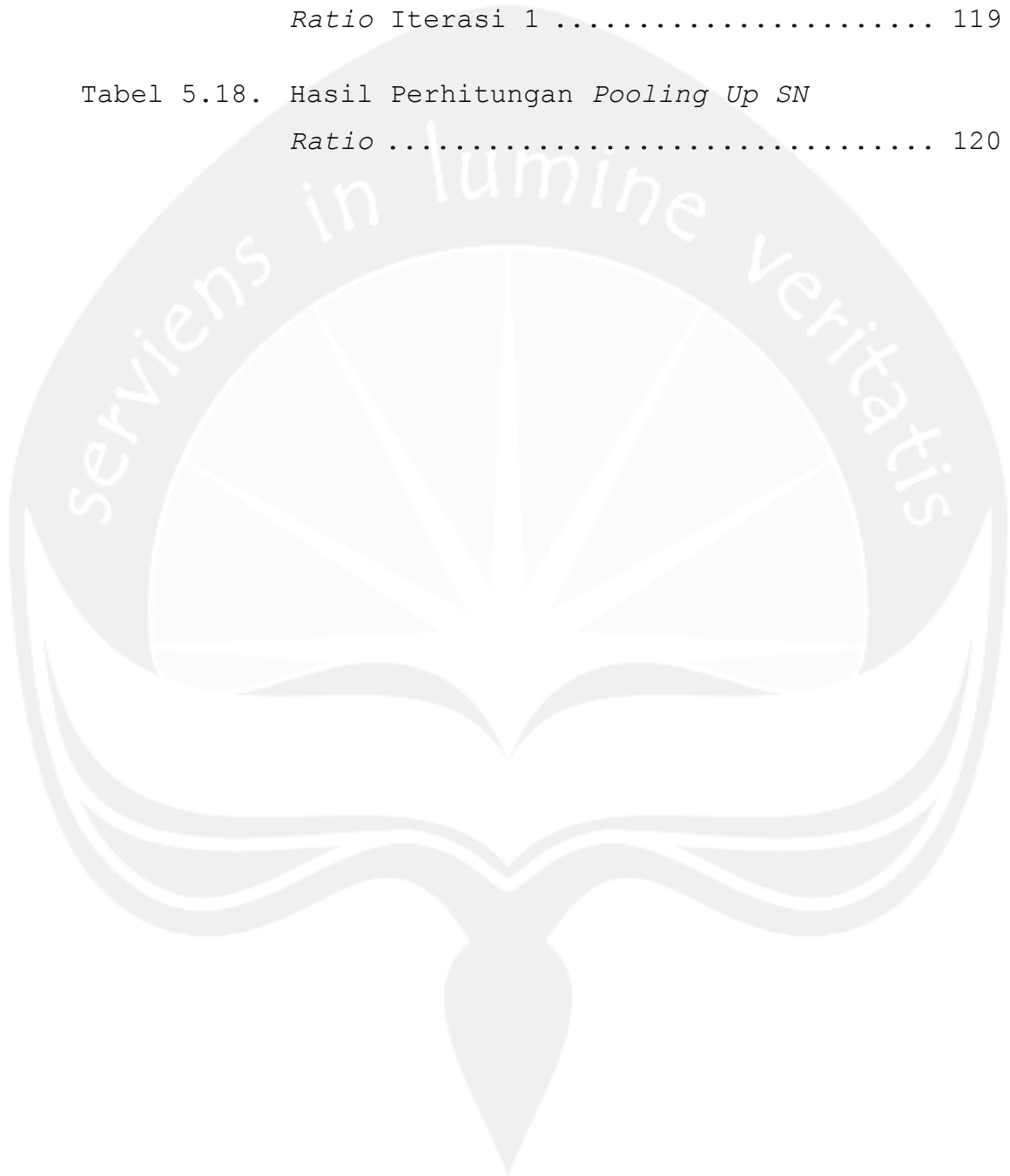


Daftar Tabel

Tabel 2.1.	Tabel Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Sebelumnya	13
Tabel 3.1.	Standar Pengukuran Kehalusan Menurut <i>ISO Roughness Parameter</i>	16
Tabel 3.2.	Tabel Toleransi Umum untuk Ukuran Panjang.	24
Tabel 3.3.	Tabel Toleransi Umum untuk Radius dan Kemiringan.	24
Tabel 3.4.	Jenis Toleransi Bentuk dan Posisi dengan Simbol Menurut ISO.	26
Tabel 3.5.	Angka Kekasaran (ISO Roughness Number) dan Panjang Sampel Standar.	31
Tabel 3.6.	Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaannya	32
Tabel 4.1.	Data Responden	60
Tabel 4.2.	Pemahaman Responden Terhadap Jenis Alat Ukur	62
Tabel 4.3.	Pengalaman Responden Menggunakan <i>Dial Indicator</i>	64
Tabel 4.4.	Tabel spesifikasi Mesin <i>Milling</i> Pao Fong	73

Tabel 4.5.	Hasil Data Eksperimen	77
Tabel 5.1.	Tabel Ringkasan Hasil Kuesioner Penentuan Faktor	83
Tabel 5.2.	Tabel Ringkasan Hasil Kuesioner Tahap Kedua	84
Tabel 5.3.	Faktor dan Level yang Digunakan	84
Tabel 5.4.	Rata-rata Hasil Replikasi Ra	91
Tabel 5.5.	Uji Penentuan Replikasi	92
Tabel 5.6.	Pengujian <i>Homogenitas</i> Varian untuk Kehalusan Permukaan	98
Tabel 5.7.	Rata-rata Replikasi	103
Tabel 5.8.	Respon <i>Mean</i>	104
Tabel 5.9.	Perhitungan Jumlah Kuadrat Karena Faktor	106
Tabel 5.10.	Ringkasan Perhitungan <i>Mean</i>	109
Tabel 5.11.	Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i> Iterasi 1	111
Tabel 5.12.	Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i> Iterasi 2	112
Tabel 5.13.	Hasil Perhitungan <i>Pooling Up Mean</i>	113
Tabel 5.14.	Perhitungan SN Ratio <i>Small is Better</i> ..	115
Tabel 5.15.	Respon SN Ratio	116

Tabel 5.16.	Ringkasan Perhitungan <i>SN Ratio</i>	118
Tabel 5.17.	Hasil Perhitungan <i>Pooling Up SN Ratio</i> Iterasi 1	119
Tabel 5.18.	Hasil Perhitungan <i>Pooling Up SN Ratio</i>	120



Daftar Gambar

Gambar 1.1. Pemotongan <i>Raw Material</i>	7
Gambar 1.2. Proses Pemakanan.....	9
Gambar 1.3. Metodologi penelitian.....	13
Gambar 1.3. Metodologi penelitian.....	14
(lanjutan Gambar 1.3)	14
Gambar 3.1. <i>Caliper</i>	17
Gambar 3.2. <i>Inside Micrometer & Outside Micrometer</i>	17
Gambar 3.3. <i>High gauge</i>	18
Gambar 3.4. <i>outside Dial Indicator</i>	19
Gambar 3.5. <i>Block gauge</i>	20
Gambar 3.6. <i>Surface Plate</i>	21
Gambar 3.8. Profil Suatu Permukaan.....	27
Gambar 3.9. Kedalaman Total dan Kedalaman Kerataan.	28
Gambar 3.10. Simbol untuk Menyatakan Spesifikasi Suatu Permukaan	30
Lanjutan gambar 3.10. Simbol untuk Menyatakan Spesifikasi Suatu Permukaan	31

Gambar 3.11. Model Umum dari Suatu Proses atau Sistem	37
Gambar 4.1. Pendapat Responden Mengenai Materi Mata Kuliah ABAU Tentang Konsep Pengukuran di Industri	61
Gambar 4.2. Pemahaman Responden Terhadap Alat Ukur dan Alat Bantu Standar	61
Gambar 4.3. Grafik Pengalaman Responden Menggunakan <i>Caliper</i>	63
Gambar 4.4. Grafik Jenis <i>Caliper</i> yang Sering Digunakan Responden	63
Gambar 4.5. Grafik Pengalaman Apakah Responden Pernah Menggunakan Alat Ukur <i>Dial Indicator</i>	64
Gambar 4.6. Grafik Pengalaman Responden Apakah Sudah Pernah Menggunakan <i>Surface Plate</i>	65
Gambar 4.7. Grafik Pengalaman Responden Menggunakan <i>Rugro Test</i>	65
Gambar 4.8. Pendapat Responden Tentang Pengaruh Pemilihan Alat ukur Terhadap Hasil Pengukuran	66
Gambar 4.9. Pendapat Responden Terhadap <i>Surface Roughness Comparator</i> untuk Mengukur Kehalusan Permukaan	66

Gambar 4.10. Grafik Pendapat Responden Tentang Jumlah Cacat akan Mempengaruhi Biaya Permesinan yang Ditanggung Produsen	67
Gambar 4.11. Pemahaman Responden Terhadap Proses Permesinan <i>Milling</i>	67
Gambar 4.12. Pendapat Responden Terhadap Pencapaian Kehalusan N6 di Mesin <i>Milling</i> Konvensional	68
Gambar 4.13. Pendapat Responden Mengenai Perlu atau Tidaknya Penambahan Modul Kuliah ABAU	68
Gambar 4.14. Preferensi modul ABAU menurut responden apabila ditambahkan modul pengukuran	69
Gambar 4.15. Pendapat responden mengenai perlunya materi alat ukur kehalusan dimasukkan ke dalam materi modul	69
Gambar 4.16. Presentase responden tentang adanya materi pengolahan data hasil pengukuran	70
Gambar 4.17. Presentase mahasiswa pengetahuan akan desain eksperimen	70
Gambar 4.18. Pendapat responden tentang materi dalam modul pengukuran kehalusan permukaan menggunakan metode desain eksperimen	71

Gambar 4.19. Grafik pengetahuan tentang analisis ANOVA	71
Gambar 4.20. Presentase responden yang paham dengan analisis regresi	72
Gambar 4.21. Pendapat Responden Tentang Cara Pengolahan dari Hasil Pengukuran yang Digunakan	72
Gambar 4.22. Mesin <i>milling</i> Pao Fong.....	74
Gambar 4.23. <i>End Mill Cutter</i>	74
Gambar 4.24. <i>Hacksaw</i>	75
Gambar 4.25. <i>vernier caliper</i>	75
Gambar 4.26. Rugo Test.....	76
Gambar 5.1. <i>Taguchi Design</i> yang Dapat Digunakan.....	88
Gambar 5.2. Pemilihan Design <i>Orthogonal Array</i>	88
Gambar 5.3. Kurva Normal <i>P-Plot</i> untuk R1.....	95
Gambar 5.4. Kurva Normal <i>P-Plot</i> untuk R2.....	95
Gambar 5.5. Kurva Normal <i>P-Plot</i> untuk R3.....	96
Gambar 5.6. Kurva Normal <i>P-Plot</i> untuk R4.....	96
Gambar 5.7. Hasil Uji Chi-square.....	101
Gambar 5.8. Tabel S/N Ratio dan <i>Tabel for Mean</i> Hasil Output <i>Software Minitab 16</i>	122
Gambar 5.9. Ishikawa Diagram.....	132

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Satuan Acara Perkuliahan	140
Lampiran 2. Silabus Mata Kuliah ABAU	143
Lampiran 3. Kuesioner Pendahuluan	148
Lampiran 4. Pengolahan Hasil Keusioner Pendahuluan	158
Lampiran 5. Kuesioner Faktor Pengaruh Kehalusan 1	177
Lampiran 6. Kusioner Faktor Pengaruh Kehalusan 2 ...	178
Lampiran 7. Hasil Perhitungan Uji Independen	179
Lampiran 8. Tabel distribusi F	184
Lampiran 9. Tabel distribusi t	185
Lampiran 10. Tabel distribusi Chi-square X^2	186

INTISARI

Kesulitan peserta perkuliahan Alat Bantu dan Alat Ukur (ABAU), pada umumnya disebabkan para mahasiswa belum memahami karakteristik dan pengoperasian alat ukur beserta alat bantu. Penggunaan alat ukur hanya sebatas tahapan pengenalan saja, sehingga mahasiswa belum secara aktif mengoperasikan alat ukur tersebut sehingga tujuan dari fungsi pengukuran tersebut sebagai *Quality Control* tidak dapat tercapai.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain eksperimen *Taguchi*, peneliti juga menggunakan metode kusioner untuk mendapatkan factor yang diduga berpengaruh terhadap hasil kualitas permukaan. Faktor dan atribut tersebut kemudian dianalisis dengan *fishbone diagram* untuk mendapatkan akar dari permasalahan yang timbul dari kesulitan para mahasiswa dalam pembelajaran modul ini.

Hasil akhir penelitian adalah satu buah modul pembelajaran secara praktis tentang pengukuran kehalusan permukaan benda kerja hasil permesinan di mesin *milling* yang disusun berdasarkan kebutuhan mata kuliah ABAU serta satu kasus penyelesaian kehalusan permukaan menggunakan metode desain eksperimen *Taguchi*.

Kata kunci: *Surface Roughness (R_a), Surface Roughness Comparator, Metode Taguchi.*